

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-215627  
 (43)Date of publication of application : 04.08.2000

(51)Int.CI.

G11B 21/10  
// G11B 5/596

(21)Application number : 11-012731  
 (22)Date of filing : 21.01.1999

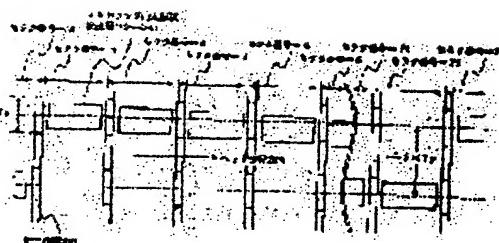
(71)Applicant : HITACHI LTD  
 (72)Inventor : HAMAGUCHI KATSUHIKO  
 TOMIYAMA HIROSHI  
 ZAITSU HIDEKI  
 TAKANO KOJI

## (54) MAGNETIC DISK APPARATUS

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve memory capacity through enhancement of density of data track in the radial direction by arranging a plurality of patterns with deviation in the radial direction of width smaller than the width of the reproducing element of magnetic head in the area different from the servo area on a magnetic disk medium.

**SOLUTION:** A full track reproduction shape detecting pattern 51 is recorded between each servo area 31. This full track reproduction shape detecting pattern has the width equal to the recording track width of a data area 33. The full track reproduction shape detection pattern 51 recorded to the area having the sector No.1 has the same magnetization pattern of the same frequency as the full track reproduction shape detection pattern recorded in the area having the sector No.2, but positions in the disk radius direction is deviated by 0.05 μm. Thereby, the full track reproduction shape detection patterns recorded in the areas of sector Nos.1 and 72 are deviated by 3.55 μm of the doubled track pitch in the position in the disk radial direction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.03.2003  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-215627

(P2000-215627A)

(43)公開日 平成12年8月4日(2000.8.4)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 1 1 B 21/10  
// G 1 1 B 5/596

識別記号

F I  
G 1 1 B 21/10  
5/596

テーマコード(参考)  
L 5 D 0 4 2  
5 D 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平11-12731

(22)出願日 平成11年1月21日(1999.1.21)

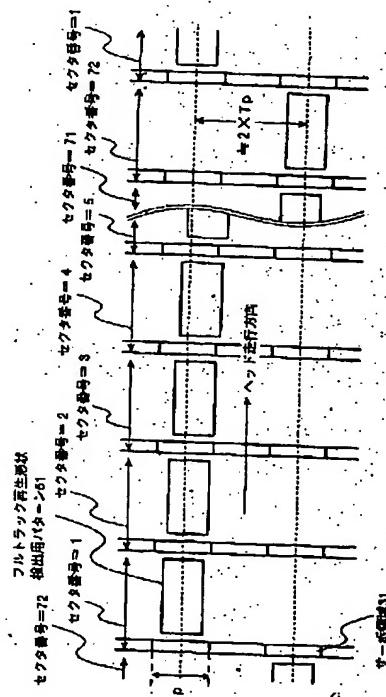
(71)出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(72)発明者 濱口 雄彦  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72)発明者 富山 大士  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(74)代理人 100068504  
弁理士 小川 勝男

(54)【発明の名称】 磁気ディスク装置

(57)【要約】

【課題】 ヘッドのトラック幅方向の記録再生特性の分布を測定してトラック密度を高める。ヘッドの再生素子の特性変動に起因する位置信号の変動を検出して補正を行うことにより、高い信頼性と高トラック密度を実現することができる。

【解決手段】 セクタ毎にわずかずつトラック幅方向にずらしたパターンをあらかじめ形成し、このパターンをフォロイングしてフルトラック再生形状とマイクロトラック再生形状を得る。この再生形状から位置信号の変動を検出し、位置信号の非直線性誤差を補正するテーブルを作成する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】同心円状に形成された複数のトラックを有し、該トラックの一部領域にサーボパターンを記録させたサーボ領域を有する磁気ディスク媒体と、再生素子と記録素子を有する磁気ヘッドと、前記磁気ディスク媒体上のサーボパターンからヘッド位置信号を発生するためのサーボ復調回路とを備え、前記磁気ディスク媒体上の前記サーボ領域とは異なる領域に、少なくとも前記磁気ヘッドの再生素子の幅よりも小さな幅ずつ半径方向にずらした複数のパターンを配置されたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】前記磁気ディスク媒体はデータパターンを書き込むデータ領域を有し、前記複数のパターンは前記データパターンのトラック幅と等しい幅を有することを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク装置。

【請求項3】前記磁気ディスク媒体はデータパターンを書き込むデータ領域を有し、前記複数のパターンは前記データパターンのトラック幅より小さい幅を有することを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク装置。

【請求項4】前記複数のパターンは、2以上のトラックにわたり配置されることを特徴とする請求項1乃至3記載の磁気ディスク装置。

【請求項5】前記サーボ復調回路は、前記サーボパターンを用いてトラックフォロイングを行いながら前記複数のパターンの再生波形振幅を検出し、前記再生波形振幅から前記パターンの再生形状を測定することを特徴とする、請求項1乃至4記載の磁気ディスク装置。

【請求項6】前記パターンの再生形状から、ヘッドの実効記録幅もしくはヘッドの実効再生幅を算出する機能を備えたことを特徴とする請求項5記載の磁気ディスク装置。

【請求項7】前記パターンの再生形状から、ヘッド位置信号の非直線性を補正する機能を備えたことを特徴とする請求項5記載の磁気ディスク装置。

【請求項8】前記パターンの再生形状から、ヘッド位置信号の変動を検出する機能を備えたことを特徴とする請求項5記載の磁気ディスク装置。

【請求項9】前記サーボ復調回路は、前記サーボパターンを用いてトラックフォロイングを行いながら前記複数のパターンの再生波形振幅を検出し、前記再生波形振幅から前記パターンの再生形状を測定し、ヘッドの再生特性の変動を検出する機能を備えたことを特徴とする請求項3記載の磁気ディスク装置。

【請求項10】前記ヘッドの再生特性の変動を検出し、前記変動の値があらかじめ設定した範囲から逸脱したことを検出した際には変動を補正する機能を備えたことを特徴とする請求項9記載の磁気ディスク装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は電磁変換ヘッドと磁

気記録媒体とを備える情報記憶装置に係り、特にトラック密度を向上した磁気ディスク装置に関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】一般に磁気ディスク装置は、磁気ディスク媒体上の目的のあるデータトラックに対して磁気ヘッドの追従動作（フォロイング）を行うためには、磁気ヘッドと磁気ディスク媒体の正確な相対位置情報を常に測定し、温度による磁気ディスク媒体と磁気ヘッドを支持するアームの熱膨張差による位置ずれや、スピンドルモータやロータリ型アクチュエータの回転振動などの外乱の影響を低減する必要がある。このため、あらかじめ磁気ディスク媒体には工場出荷前にヘッド位置決め用の特殊なパターンが記録されている。図6に示すように、このパターンが記録してある領域はサーボ領域31と呼ばれ、データ領域33の間にギャップ部32を介して設けられる。サーボ領域31は工場出荷後にはユーザーから記録されることを禁止した領域とする。サーボ領域31では、記録データは半径方向に隣接するトラック16の間で連続して形成され、サーボトラック幅311はトラック16のトラックピッチと等しい。一方、データ領域33では、記録データは各トラック16毎に分離しており、記録トラック幅331はトラック16のトラックピッチより小さい。実際の磁気ディスク媒体1周分のトラック16の中には、60～100程度のサーボ領域31が等間隔で設けられている。

【0003】図7にサーボ領域31の構成例の1つを示す。ISG部40は磁気ディスク媒体の記録膜の磁気特性の分布や浮上量の分布の影響を低減するために設けられた連続パターンである。サーボ復調回路はオートゲインコントロール（AGC）をONにしてISG部40を再生する。AM部41を検出した時点でAGCをOFFにすることにより、以降のバースト部43の再生振幅をISG部の振幅で規格化する機能を実現している。グレイコード部42は各トラック16のトラック番号情報をグレイコードにより記述した部分である。この部分にはセクタ番号の情報も併せて記述されることが多い。バースト部43は半径方向の正確な位置情報を得るために千鳥格子状のパターンであり、各トラック16の中心を正確にフォロイングするために必要な部分である。このパターンは、各トラック16の中心に対して等しくまたがるように設けられたAバースト43-1及びBバースト43-2の組みと、隣接するトラック16の中心に等しくまたがるように設けられたCバースト43-3及びDバースト43-4から構成されている。パッド部44はサーボ復調回路がサーボ領域31を再生する間のクロック生成を維持できるように復調回路系の遅延を吸収するために設けられるパターンである。

【0004】磁気ヘッド11は図7の左から右方向に矢印で示した位置Cを走行しながらサーボ領域31の再生

を行う。このときの再生波形の一例を図8(a)に示す。簡単のため、AM部41、グレイコード部42、パッド部44の再生波形は省略している。サーボ復調回路44はAバースト部43-1からDバースト部43-4までの4つのバースト部の振幅を検出する。それぞれのバースト部の振幅値はAD変換器によりデジタル値に変換されて、CPUに入力される。CPUはAバースト部43-1の振幅値とBバースト部43-2の振幅値の差を演算してN位置信号を演算する。図中には振幅値の差をISG振幅で規格化する式が記述してあるが、この機能はサーボ復調回路がISG部40の振幅が一定になるようにAGCをロックすることでハード的に実現している。同様にCバースト部43-3とDバースト部43-4の振幅値の差からQ位置信号を演算する。以上のようにして作製されたヘッドの位置信号を、図8(b)に示す。ヘッド11の中心がAバースト部43-1とBバースト部43-2に等しくまたがる位置ではN位置信号は0となり、この中心位置からのずれの量にほぼ比例してN位置信号は正負に変化する。例えば図7の位置Cでの再生波形図8(a)からは、図8(b)に示した位置CのN位置信号を得ることができる。通常は、Aバースト部43-1とBバースト部43-2のエッジ位置とトラック16の中心が一致する構成とする。CPUはNとQ位置信号の絶対値の小さな位置信号の正負を反転してつなぎ合わせることによって、連続した位置信号を作製する。この位置信号と目標位置との差を比較してボイスコイルモータ14へ投入する最適な電流値を演算することによって、フォロイングやシークなどの所定の動作を行う。

【0005】また、らせん状にデータトラック自体を形成する技術は、特開昭62-204476号、特開昭63-112874号、特開昭61-296531号に開示されている。さらに、特開昭62-204476号の第1図はサーボ情報そのものをらせん状に形成する技術が開示されている。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし上記従来技術では、再生素子内部の磁化方向の不均一性によって位置信号の直線精度が低下し、ヘッドの半径位置を正確に制御できないという問題が生じていた。さらに位置信号の検出精度が再生素子の特性変動によって劣化するために、ヘッドの半径位置を正確に制御できないという問題が生じていた。

【0007】最近では、磁気ディスク装置の記録密度を高めるため、再生感度の高いヘッドを用いることが一般的である。例えば、磁性膜自身の磁気抵抗効果を利用した磁気抵抗効果素子(MR素子)や、非磁性膜を磁性膜でサンドイッチ構造として磁気抵抗効果を高めた巨大磁気抵抗効果素子(GMR素子)や、トンネル電流が外部磁界により大きく変化する現象を利用してさらに磁気抵抗

効果を高めたトンネル磁気抵抗効果素子(TMR素子)を再生ヘッドとする技術が広く知られている。これらの磁気抵抗効果素子は磁気ディスク上の微小な記録パターンの再生においても良好なSN比を確保できるために、磁気ディスク装置のピット密度を向上するために有効な技術である。

【0008】一般的に、磁気抵抗効果素子の両端部には、素子の磁性膜を単一の磁区構造にするためにトラック幅方向のバイアス磁界(縦バイアス磁界)を印可するための構造を備えている。このため、素子の両端部ではディスク漏洩磁界強度に対する再生感度が低下し、トラック幅方向にわたり均一な出力とはならない。また、素子の両端部の磁化方向が乱れているために、バースト部43の再生波形の正側の振幅値と負側の振幅値が大きく異なることがある。さらに、磁気抵抗効果素子に隣接して設けられた記録素子が発生する記録磁界により、ここで問題とする磁化方向の不均一性は様々な形に変動する可能性がある。この現象を再生素子の特性変動と呼ぶことにする。また、ヘッドの磨耗や傷や汚れによってヘッドの浮上姿勢が変化することによっても、再生素子の特性変動が発生する可能性がある。

【0009】素子の両端部の再生感度が低いために、バースト部43の再生振幅はヘッドの半径位置に比例せず、NおよびQ位置信号もヘッド半径位置に対して正確に比例しなくなる。またバースト部43の再生波形に上下振幅の非対称成分が含まれると、復調回路の回路定数が位置信号へ強く依存するようになり、NおよびQ位置信号の誤差を大きくする。これらの要因によって、磁気抵抗効果素子を用いた磁気ディスク装置のNおよびQ位置信号は、図8(b)に示したように直線とはならない。この位置信号の非直線性誤差と呼ばれる誤差量は、補正テーブルを作製して精度を向上させる技術がある。しかし、装置に搭載する全てのヘッドごとに異なる補正テーブルを準備して出荷前にパッケージボード17のメモリもしくはディスク12の一部の管理領域に記録する必要がある。このため、生産工程の管理が複雑になる問題と、この技術を用いても個々の復調回路の特性差までは補正できない問題があり、磁気ディスク装置のトラック密度の向上を阻害する要因となっていた。

【0010】さらに、再生素子の特性変動が発生すると位置信号の非直線性の誤差量が変化してフォロイング中心がオフセットする可能性がある。再生素子の特性変動により再生エラーが発生した際には、記録素子に電流を流して再生素子に故意に外部磁界を与えるダミーライト動作によって、特性変動を回復させる技術が知られている。しかし、位置信号の非直線性に関与する再生素子の特性変動と、再生エラーに関与する再生素子の特性変動では磁化状態の変動の内容が異なる。再生エラーの発生後にダミーライト動作を行う技術では、目的のトラックからオフセットして隣接トラックを上書きする可能性を

排除することができず、磁気ディスク装置の信頼性を低下させる要因となっていた。

【0011】このため、磁気抵抗効果素子を再生素子に用いた磁気ディスク装置において、ヘッドの再生特性やサーボ復調回路特性に起因する位置信号の非直線性の誤差を補正して位置決め精度を向上し、位置信号の非直線性誤差に関与する再生素子の特性変動を正確に検出することにより、磁気ディスク装置のデータトラック密度を高め、隣接トラックを上書きする致命的なエラーを防止して信頼性を向上することのできる新技術の開発が期待されていた。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明の磁気ディスク装置は、同心円状に形成された複数のトラックを有し、該トラックの一部領域にサーボパターンを記録させたサーボ領域を有する磁気ディスク媒体と、再生素子と記録素子を有する磁気ヘッドと、前記磁気ディスク媒体上のサーボパターンからヘッド位置信号を発生するためのサーボ復調回路とを備え、前記磁気ディスク媒体上の前記サーボ領域とは異なる領域に、少なくとも前記磁気ヘッドの再生素子の幅よりも小さな幅ずつ半径方向にずらした複数のパターンを配置するものである。

【0013】また、ディスク上的一部の半径領域に半径方向にわずかずつずらした複数のフルトラックを配置し、トラックフォロイングを行いながら前記複数のフルトラックの再生波形振幅を検出し、前記再生波形振幅からフルトラックの再生形状を測定するものである。

【0014】また本発明の磁気ディスク装置は、ディスク上的一部の半径領域に半径方向にわずかずつずらした複数のマイクロトラックを配置し、トラックフォロイングを行いながら前記複数のマイクロトラックの再生波形振幅を検出し、前記再生波形振幅からマイクロトラックの再生形状を測定するものである。

【0015】このとき、前記フルトラックの再生形状もしくは前記マイクロトラックの再生形状から、ヘッドの実効記録幅もしくはヘッドの実効再生幅を算出する機能を備えるものである。さらに、前記フルトラックの再生形状もしくは前記マイクロトラックの再生形状から、ヘッド位置信号の非直線性を補正する機能を備えるものである。さらに、前記フルトラックの再生形状から、ヘッド位置信号の変動を検出する機能を備えるものである。さらに、前記マイクロトラックの再生形状から、ヘッドの再生特性の変動を検出する機能を備えるものである。このとき、前記変動の値があらかじめ設定した範囲から逸脱したことを検出した際には変動を補正する機能を備えるものである。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明における実施例を図

面を用いて説明する。

【0017】<実施例1>磁気ディスク装置のエンクロージャ内部を上面から見た平面図を図3に、磁気ディスク装置の断面図を図4に示す。磁気ディスク装置を構成する主要部品は、図3及び図4に示すように、6個のヘッド11、3枚のディスク12、ロータリ型アクチュエータ13、ボイスコイルモータ14、ヘッドアンプ15、パッケージボード17等から構成されている。3枚のディスク12はひとつのハブに固定され、スピンドルモータによって点Aを中心に回転駆動される。6個のヘッド11はひとつの櫛形のアームに固定され、ロータリ型アクチュエータ13により点Bを中心に回転駆動される。この機構により、ヘッド11はディスク12の半径方向に自由に移動することができる。パッケージボード17には制御用の中央演算装置(CPU)、ハードディスクコントローラ(HDC)、インターフェース回路、メモリ、信号処理ユニットなどが実装されている。ヘッドアンプ15はヘッド11の近傍に配置することでS/N比や転送速度で有利となるために、パッケージボード17の上に実装せずに、エンクロージャ内に実装することが多い。

【0018】ディスク12の一部分を上から見た平面図を図5に示す。ヘッド11はロータリ型アクチュエーター13によってディスク12上のデータトラック16-1、16-2、・・・のいずれかの半径位置に固定されて、磁気的に情報の記録および再生を行う。データトラック16は同心円状にほぼ等間隔に形成される。図5には4本のデータトラック16-1~16-4のみを模式的に示したが、実際のディスク12上には8000本以上のデータトラック16が隣接間隔を2μm程度からそれ以下の狭い幅で形成される。

【0019】本発明における一実施例としてフルトラック(データ領域の記録トラック幅と等しい幅を有するトラック)再生形状を検出するパターンであるフルトラック再生形状検出用パターン51の構成を図1に示す。

【0020】図の左右方向がディスク12の周方向であり、図の上下方向がディスク12の半径方向である。ヘッド11は図中にヘッド走行方向と矢印で示した方向へ、ディスク12に対して相対的に秒速6~11mの速度で移動を行う。図中にセクタ番号が1と示した領域が図の左右で重複しているが、これはディスク12の上に円周状に形成する1周分のパターンを直線状に展開して描いたためであり、同一の領域である。セクタ番号72と示した領域も左右で同一の領域である。図中のいくつかのサーボ領域31は、従来の技術で説明を行ったものと同等な構成である。この構成例の磁気ディスク装置は、ディスク12の1周に72個のサーボ領域31を等間隔で備えている。ディスク12の1周中を、72個のサーボ領域31の合計で約7%の長さを占める設定になっている。トラックピッチ(Tp)は1.78μmで

あり、図中に  $2 \times T_p$  と示した記号は  $3.55 \mu m$  に相当する。

【0021】各サーボ領域31の間に、フルトラック再生形状検出用パターン51を記録する。フルトラック再生形状検出用パターンとは、データ領域33の記録トラック幅331と等しい幅を有するパターンである。この構成では  $2.0 \text{ MHz}$  のクロックで反転する単純なくくり返しパターンを用いて、フルトラック再生形状用パターン51を記録している。このパターンをオントラックで再生すると、周波数  $1.0 \text{ MHz}$  の正弦波に近い波形となる。通常のデータ領域33のパターンと異なり、単純な磁化パターンを用いることが特徴であり、PLLのシンク領域やデータアドレスマーク、ECCやCRCといった磁化パターンは必要としない。

【0022】セクタ番号が1の領域に記録したフルトラック再生形状検出用パターン51と、セクタ番号が2の領域に記録したフルトラック再生形状検出用パターンは、同一の周波数の磁化パターンであるが、ディスク半径方向の位置を  $0.05 \mu m$  だけずらした構成とした。さらにセクタ番号が3から72の領域に記録した同様のフルトラック再生形状検出用パターンは、同じ方向に順に  $0.05 \mu m$  ずつずらした構成とした。この結果、セクタ番号が1と72の領域に記録したフルトラック再生形状検出用パターンは、ディスク半径方向の位置が2倍のトラックピッチ分の  $3.55 \mu m$  だけずれた構成となっている。

【0023】図9を用いて、以上に説明した図1のパターンを記録する工程について説明を行う。工場の製造工程のサーボ領域記録工程においてサーボトラックライタと呼ばれる製造装置を用いて記録する。サーボトラックライタ装置では、外部のレーザー測長装置を用いてヘッド11の位置を精密に測定しながら、ロータリ型アクチュエータ13を駆動する。まず、ディスク12の全半径範囲にわたってサーボ領域31の記録を行う。この後にフルトラック再生形状検出用パターンを記録する工程に移行する。

【0024】図9(a)はセクタ番号が1の領域にフルトラック再生形状検出用パターン51を記録し、次のセクタ番号2の領域にフルトラック再生形状検出用パターンを記録するための位置にヘッド11を  $0.05 \mu m$  だけ半径方向に移動した状態を示している。これがディスク12が1周した状態である。次に図9(b)はディスク12が2周した状態を示している。セクタ番号が2の領域にフルトラック再生形状検出用パターンを記録し、次の記録位置のためにさらに  $0.05 \mu m$  だけ半径方向にヘッド11を移動させた状態である。この動作をセクタ番号が3から72まで順にくり返し、ディスク12が72周してパターンの記録が終了した状態を示したのが図9(c)である。最終的にセクタ番号が1と72の領域に記録したフルトラック再生形状検出用パターンは、

ディスク12の半径方向へ  $3.55 \mu m$  ずれて記録されている。ここに示した72個のパターンを形成する工程に必要とする時間は、ディスク12を  $4000 \text{ RPM}$  で回転させた場合、ディスクが1周する時間が  $0.015 \text{ s}$  であるため、 $72 \times 0.015 = 1.08 \text{ s}$  である。これに対して、通常のサーボ領域31を形成する工程に必要とする時間は、ディスク12を  $4000 \text{ RPM}$  で回転させ、8000本のトラックに  $1/2$  ピッチでサーボライトを行い、隣接トラックにヘッドを移動させる間にディスクが  $1/3$  回転すると仮定すると、 $8000 \times 2 \times 0.015 + 8000 \times 2 \times 0.015 \times 1/3 = 320 \text{ s}$  である。本発明のフルトラック再生形状検出用パターンを付加することで必要となる時間は、通常のサーボトラックライト工程に必要とする時間と比較してわずかである。

【0025】図2に、本発明における他の実施例としてフルトラック再生形状検出用パターン52の構成を示す。図の上下方向がディスク12の半径方向に相当することや、72個のサーボ領域31が存在することなどは図1と同一な構成であるが、トラックピッチ( $T_p$ )は  $1.75 \mu m$  となっていて図中に  $2 \times T_p$  と示した記号は  $3.5 \mu m$  に相当する。

【0026】セクタ番号が1の領域に記録したフルトラック再生形状検出用パターン52と、セクタ番号が2の領域に記録したフルトラック再生形状検出用パターン52は、同一の周波数の磁化パターンであるが、ディスク半径方向の位置を  $0.1 \mu m$  だけずらした構成とした。さらにセクタ番号が3から35の領域に記録した同様のフルトラック再生形状検出用パターン52は、同じ方向に順に  $0.1 \mu m$  ずつずらした構成とした。この結果、セクタ番号が1と35の領域に記録したフルトラック再生形状検出用パターン52は、ディスク半径方向の位置が2倍のトラックピッチ分の  $3.5 \mu m$  だけずれた構成となっている。さらに、セクタ番号が36の領域にはセクタ番号が1の領域と同じ半径位置にフルトラック再生形状検出用パターン記録し、同様に順にセクタ番号が37から72までの領域にはセクタ番号が2から35までと同じ半径位置に、フルトラック再生形状検出用パターンを記録した。

【0027】図2に示したパターン52は、図1に示したパターン51と比較すると、パターンのずらし幅が半分になっているため、再生形状の検出精度は半分になる。この反面、ディスク12が1周する間に同じパターンが2回くり返されるため、平均化処理を用いることによりパターンの記録時や再生時の機構振動による誤差を圧縮することができる。どちらのパターンが高い精度でフルトラックの再生形状を検出できるかどうかは、サーボトラックライタやスピンドルモータの機構振動の成分によって異なる。なお、ここでは  $2 \times T_p$  のトラック幅範囲をディスク1/2周の範囲で36分割して形成する

パターンを示したが、トラック幅範囲やディスクの周範囲と分割数は様々な形態を考えることができる。

【0028】本発明のパターンからフルトラックの再生形状を検出する復調回路の構成例を図10にブロック図で示す。

【0029】復調回路系を簡単に構成するため、従来のサーボ復調回路に、バンドパスフィルタ(BPF)とアンプ(AMP)、切替器を追加した構成とした。ヘッド11の再生出力は差動信号としてヘッドアンプ15で100～200倍に増幅されてから、ローパスフィルタ(LPF)で高い周波数成分のノイズが除去される。オートゲインコントローラ(AGC)は従来の技術の項で図7と図8を用いて説明を行ったように、ISG部40の振幅が一定になるように、再生波形の振幅の調節を行う。ピーク検出器が再生波形をデジタル波形に変換した信号から、アドレスマーク検出器(AM検出器)がAM部41を検出した時点で、AGCをOFFにして増幅ゲインを固定することにより、フルトラック再生形状検出用パターンの検出精度からディスクの磁気特性のむらや浮上量変動の影響を低減している。BPFのは中心周波数は、フルトラック再生形状検出用パターンの再生周波数と同じ10MHzに設定しており、パターンの信号成分以外のノイズを除去して検出精度を高めている。切替器はフルトラックの再生形状を検出する際にはBPF側を選択する。後述のマイクロトラックの再生形状を検出する際には検出精度を高めるために、切替器はアンプ(AMP)側を選択する。フルトラックの再生形状を検出するパターンのビット長は、通常のサーボ領域31のバースト部43よりも長くすることができるため、積分器の積分時定数は検出精度を高めるためにパターンの長さに応じて長時間に設定している。A/D変換器が、積分器の検出したパターンの振幅をデジタル値に変換する。中央演算器(CPU)やハードディスクコントローラ(HDC)は、AGCや切替器、積分器、A/D変換器のタイミングを制御している。

【0030】磁気ディスク装置に組み込んだヘッド11とディスク12を用いて図2に示したパターンを記録し、再生振幅を各セクタ毎に検出した1例を図11

(a)に示す。横軸がセクタ番号でありセクタ番号の1から72までがディスクの1周分のセクタに相当する。縦軸が各セクタの振幅を検出したA/D変換器の出力値である。白丸と黒丸で示した再生形状1と再生形状2は、パターンを記録した時のサーボトラックライタの機構振動の影響や、パターンを再生した時のスピンドルモータの機構振動の影響によって、同一の形状とはならない。図11(b)は、図11(a)の再生形状1と再生形状2を平均化した形状であり、横軸をμmの単位に変換して示したものである。ヘッド半径位置が±1.2μmを超える範囲の出力値は、検出系のノイズレベルである。この形状が磁気ディスク装置へ組み込んだ状態で自

動的に検出したフルトラック再生形状であり、横軸がサーボトラックライタのレーザー測長器の精度で校正されている点が特徴である。

【0031】図12に、本発明におけるさらに他の実施例としてフルトラック再生形状検出パターン53の構成を示す。検出精度を向上するために、フルトラック再生形状検出用パターン53を多重化して記録してあり、より多くの平均化処理を行うパターンとなっている。図の上下方向がディスク12の半径方向で、図の左右方向がディスク12の周方向に相当する。72個のサーボ領域31が存在するが、図中にはセクタ番号が1の領域だけを拡大して示している。トラックピッチは1.78μmであり、図中に2×Tpと示した記号は3.55μmに相当することなどは、図1と同一である。

【0032】フルトラック再生形状検出用パターン53を多重化して記録するために、ひとつのパターンの長さは図1と比較して短い構成となっている。このパターンをセクタ番号が1の領域に72個記録し、それぞれのパターンは順に0.05μmずつ半径方向にずらして記録する構成とした。この結果、セクタの先頭のパターンと最後尾のパターンは、ディスク半径方向の位置が2倍のトラックピッチ分の3.55μmだけずれた構成となっている。さらに、セクタ番号が2の領域から72の領域まで、セクタ番号が1の領域と同じ構成のパターンを記録した。

【0033】図12に示したパターン53は、図1に示したパターン51と比較すると、ディスク12が1周する間に同じパターンが72回くり返されるため、平均化処理を用いることによりパターンの記録時や再生時の機構振動による誤差を飛躍的に低減することができる。この反面、ひとつのフルトラック再生形状検出用パターン53の長さが短くなるために、パターンの振幅の検出精度が低下する問題と、検出回路のクロック生成に高い精度を必要とする問題がある。なお、ここでは2×Tpのトラック幅範囲を一つのセクタ範囲で72分割して形成するパターンを示したが、トラック幅範囲や分割数は様々な形態を考えることができる。

【0034】図13に、本発明におけるさらに他の実施例としてフルトラック再生形状検出用パターン54の構成を示す。図12の問題点を軽減し、かつより検出精度を向上するために、パターンの多重化の数を減少させ、サーボ領域の数を増加させた構成となっている。図の上下方向がディスク12の半径方向で、図の左右方向がディスク12の周方向に相当する。72個のサーボ領域31が存在するが、図中にはセクタ番号が1から18の領域だけを拡大して示している。トラックピッチは1.78μmであり、図中に2×Tpと示した記号は3.55μmに相当することなどは、図1と同一である。

【0035】各サーボ領域の間には、等間隔で3つのマイクロサーボ領域55を設けている。マイクロサーボ領

域5-5の構成とは、従来の技術の項で図7を用いて説明を行った構成から、グレイコード部4-2を除いただけのものである。なお、マイクロサーボ領域5-5はトラック幅測定ゾーンだけに設け、データ領域3-3が存在するデータゾーンには、通常のサーボ領域3-1だけを設けている。フルトラック再生形状検出用パターン5-4は、サーボ領域3-1もしくはマイクロサーボ領域5-5との間の領域に設ける構成とした。セクタ番号が1の領域には、4つのフルトラック再生形状検出用パターンを配置することができ、順に0.05μmずつ半径方向にずらして記録した。セクタ番号が1の領域の4つめのフルトラック再生形状検出用パターンと、セクタ番号が2の領域の1つめのフルトラック再生形状検出用パターンとの、半径方向のずらし幅も0.05μmとした。同様に順に記録することにより、セクタ番号が1の領域からセクタ番号が18の領域までに72個のフルトラック再生形状検出用パターン5-4を記録できる。セクタ番号が1の領域の1つめのパターンとセクタ番号が18の4つめのパターンは、ディスク半径方向の位置が2倍のトラックピッチ分の3.55μmだけずれた構成となっている。さらに、セクタ番号が19から36までの領域と、セクタ番号が37から54までの領域と、セクタ番号が55から72までの領域に、セクタ番号が1から18までの領域と同じ構成のパターンを記録した。

【0036】図13に示したパターン5-4は、ディスク1-2が1周する間に4回の再生形状がくり返される。この再生形状を平均化することにより、パターンの記録時や再生時の機構振動による誤差を、図1や図2に示したパターン5-1、5-2を用いたときよりも低減することができる。また、ひとつのパターンを長くしてマイクロサーボ領域5-5を設けたことにより、パターンの振幅の検出精度や検出回路のクロック生成精度の問題を、図1-2に示したパターンを用いたときよりも軽減することができる。なお、ここでは2×Tpのトラック幅範囲をディスク1/4周の範囲で72分割して形成するパターンを示したが、トラック幅範囲やディスクの周範囲と分割数は様々な形態を考えることができる。

【0037】本実施例に示したパターンの構成や記録工程、検出回路系を用いることにより、磁気ディスク装置に組み込んだ状態のフルトラック再生形状を、記録時や再生時の機構振動による誤差を低減して高い精度で自動的に検出することができた。

【0038】<実施例2>本発明における一実施例としてマイクロトラック（データ領域の記録トラック幅より小さい幅を有するトラック）再生形状を検出するパターンであるマイクロトラック再生形状検出用パターン5-6の構成を図14に示す。パターンの構成は図2に示したフルトラック再生形状検出用パターン5-2と共通点が多い。マイクロトラック再生形状検出用パターンは、データ領域3-3の記録トラック幅3-3-1より小さい幅を有す

るパターンである。72個のサーボ領域3-1が存在すること、トラックピッチが1.75μmとなっていて図中に2×Tpと示した記号は3。5μmに相当することなどが、図2と同一な構成である。

【0039】各サーボ領域3-1の間にマイクロトラック再生形状検出用パターン5-6を記録する。マイクロトラック再生形状検出用パターン5-6は、記録素子のトラック幅の1/4以下の狭いトラック幅のパターンで20MHzの単純な繰り返しパターンで形成している。セクタ番号が1の領域に記録したマイクロトラック再生形状検出用パターン5-6と、セクタ番号が2の領域に記録したマイクロトラック再生形状検出用パターンは、同一の周波数の磁化パターンであるが、ディスク半径方向の位置を0.05μmだけずらした構成とした。さらにセクタ番号が3から72の領域に記録した同様のマイクロトラック再生形状検出用パターンは、同じ方向に順に0.05μmずつずらした構成とした。この結果、セクタ番号が1と72の領域に記録したマイクロトラック再生形状検出用パターンは、ディスク半径方向の位置が2倍のトラックピッチ分の3.55μmだけずれた構成となっている。

【0040】マイクロトラック再生形状検出用パターン5-6の記録には、ヘッドの記録素子のトラック幅よりも狭いトラック幅のパターンを高い精度で形成するため、工場の製造工程においてサーボトラックライタと呼ばれる製造装置を用いる。ひとつのマイクロトラック再生形状検出用パターンを形成するためには、ディスクの2回転を必要とする。1周目でセクタ番号が1の領域に20MHzの単純な繰り返しパターンでフルトラックを記録した後に、ヘッドを半径方向の内周側に0.3μmずらす。この状態でセクタ番号が1の領域までディスクが回転する時間を持ち、2周目でセクタ番号が1の領域にヘッドに直流電流を流して1周目に記録したパターンを片側から消去してヘッドの記録素子のトラック幅より狭い幅のパターンを形成する。実際に形成したマイクロトラック再生形状検出用パターンの幅は、消去時にずらした0.3μmよりも狭い。これは、ヘッドが古いデータを消去する幅が、新たにデータを記録する幅よりも広いという現象に起因している。なお、ここでは2×Tpのトラック幅範囲をディスク1/2周の範囲で36分割して形成するパターンを示したが、トラック幅範囲やディスクの周範囲と分割数は様々な形態を考えることができる。

【0041】72個のマイクロトラック再生形状検出用パターンを形成する時間は、必ずしもディスクが72個の2倍だけ回転する時間を必要とするわけではなく、先に説明した1周目の記録工程と2周目の消去工程を同じヘッド位置で兼用することで、短縮することができる。例えば、セクタ番号が1の領域でパターンを片側から消去するヘッド位置と、セクタ番号が7の領域にパターン

を記録するヘッド位置は同じであるため、この二つの消去と記録工程はディスクが1回転する間に行なうことができる。この手法を用いれば、72個のマイクロトラック再生形状検出用パターンを形成する時間は、ディスクが $6+72+6=84$ 周だけ回転する時間に短縮することができる。

【0042】本発明のパターンからマイクロトラック再生形状を検出する復調回路の構成例は、実施例1で図10を用いて説明を行った構成とほぼ同じである。ただし、フルトラックの再生振幅と比較してマイクロトラックの再生振幅が約3から10分の1と小さいため、3から10倍のアンプ(AMP)を直列に挿入し、切替器でAMP側を選択する。他の構成要素の機能は、実施例1で説明を行ったものと同等である。

【0043】磁気ディスク装置に組み込んだヘッド11とディスク12を用いて図14に示したマイクロトラック再生形状検出用パターン56を記録し、再生振幅を各セクタ毎に検出した例を図16(a)に示す。横軸がセクタ番号でありセクタ番号の1から72までがディスクの1周分のセクタに相当する。縦軸が各セクタの振幅を検出したA/D変換器の出力値である。白丸で示した再生形状1と黒丸で示した再生形状2は、パターン56を記録した時のサーボトラックライタの機構振動の影響や、パターン56を再生した時のスピンドルモータの機構振動の影響によって、同一の形状とはならないこともある。

【0044】図16(b)は、図16(a)の再生形状1と再生形状2を平均化した形状であり、横軸を $\mu\text{m}$ の単位に変換して示したものである。ヘッド半径位置が±1。 $1\mu\text{m}$ を超える範囲の出力値は、検出系のノイズレベルである。この形状が磁気ディスク装置へ組み込んだ状態で自動的に検出したマイクロトラック再生形状であり、横軸がサーボトラックライタのレーザー測長器の精度で校正されている点が特徴である。

【0045】図15に、本発明における他の実施例としてマイクロトラック再生形状検出用パターン57の構成を示す。図の上下方向がディスク12の半径方向で、図の左右方向がディスク12の周方向に相当する。マイクロトラック再生形状検出用パターン57の構成は図13に示したフルトラック再生形状検出用パターン54と共通点が多い。72個のサーボ領域31が存在すること、トラック幅測定ゾーンにだけ合計で216個のマイクロサーボ領域55が存在すること、トラックピッチが1. $78\mu\text{m}$ となっていて図中に $2 \times T_p$ と示した記号は3. $55\mu\text{m}$ に相当することなどが、図13と同一な構成である。図中には72個のサーボ領域31のうちセクタ番号が1から18の領域だけを拡大して示している。

【0046】各サーボ領域31とマイクロサーボ領域55との間にマイクロトラック再生形状検出用パターン57を記録する。より検出精度を向上するために、バタ-

ンを多重化し、サーボ領域の数を増加させた構成となっている。

【0047】セクタ番号が1の領域には、4つのマイクロトラック再生形状検出用パターンを配置することができ、順に0. $05\mu\text{m}$ ずつ半径方向にずらして記録した。セクタ番号が1の領域の4つめのマイクロトラック再生形状検出用パターンと、セクタ番号が2の領域の1つめのマイクロトラック再生形状検出用パターンとの、半径方向のずらし幅も0. $05\mu\text{m}$ とした。同様に順に記録することにより、セクタ番号が1の領域からセクタ番号が18の領域までに72個のマイクロトラック再生形状検出用パターンを記録できる。セクタ番号が1の領域の1つめのパターンとセクタ番号が18の4つめのパターンは、ディスク半径方向の位置が2倍のトラックピッチ分の3. $55\mu\text{m}$ だけ離れた構成となっている。さらに、セクタ番号が19から36までの領域と、セクタ番号が37から54までの領域と、セクタ番号が55から72までの領域に、セクタ番号が1から18までの領域と同じ構成のパターンを記録した。

【0048】図15に示したパターン57は、ディスク12が1周する間に4回の再生形状がくり返される。この再生形状を平均化することにより、パターンの記録時や再生時の機構振動による誤差を、図14に示したパターンを用いたときよりも低減することができる。また、マイクロサーボ領域55を設けたことにより、パターンの振幅の検出精度を、図14に示したパターン56を用いたときよりも高めることができる。なお、ここでは $2 \times T_p$ のトラック幅範囲をディスク1/4周の範囲で72分割して形成するパターンを示したが、トラック幅範囲やディスクの周範囲と分割数は様々な形態を考えることができる。

【0049】本実施例に示したパターンの構成や記録工程、検出回路系を用いることにより、磁気ディスク装置に組み込んだ状態のマイクロトラック再生形状を、記録時や再生時の機構振動による誤差を低減して高い精度で自動的に検出することができた。

【0050】次に、以上に述べたマイクロトラック再生形状とフルトラック再生形状からヘッドの実効再生幅と実効記録幅を算出する方法を、図17を用いて説明する。

【0051】ヘッドの記録素子のトラック幅より十分に狭い幅のマイクロトラックに対する再生形状は、ヘッドのトラック幅方向にわたるディスク漏洩磁界への感度分布形状と一致する。このため、十分に狭い幅のマイクロトラックに対する再生形状を積分することにより、様々なデータ領域の記録トラックに対する再生形状を算出することができる。

【0052】図17(a)は図16(b)に示したマイクロトラック再生形状とステップ関数との畳み込み積分を行った結果を最大値で規格化したものである。マイク

ロトラック再生形状の±1。1 μmより外側の値はノイズレベルであるため、単純な引き算により除去している。グラフの横軸は、ステップ関数の0から1への立ち上がりの半径位置に対応している。この形状は、非常に広い幅の記録トラックに対する片側の再生形状と一致する。ここで、再生ヘッドの実効再生幅を、非常に広い幅の記録トラックに対する片側の再生形状の5%から95%の出力となる幅と規定すると、図17(a)より実効再生幅を1。1 μmと求めることができる。

【0053】図17(b)の白丸は図11(b)に示したフルトラック再生形状である。実線は、図16(b)に示したマイクロトラック再生形状と矩形関数との畳み込み積分を行った結果を最大値で規格化したものである。マイクロトラック再生形状の±1。1 μmより外側の値はノイズレベルであるため、単純な引き算により除去している。図中には矩形関数の幅を1。3、1。4、1。5 μmと変化させた際の計算結果を右側の形状を一致させるように横軸をシフトさせて示してある。1。4 μmで積分した計算結果が、実測したフルトラック再生形状と最も良く一致することから、実効記録幅を1。4 μmと求めることができる。実際には、実測値と計算値が一致するかどうか、両者の差の2乗和を求めるにより、数値の大小で判定することができる。

【0054】次に、マイクロトラック再生形状もしくはフルトラック再生形状からヘッドの位置信号の感度補正係数を求める方法を、図18を用いて説明を行う。

【0055】図18(a)に実測値(=Aバースト)と示した曲線は、実施例1と同様にして検出したフルトラック再生形状である。この曲線は、実施例2と同様にして検出したマイクロトラック再生形状を、矩形関数で畳み込み積分して求めることもできる。実測値をシフト(=Bバースト)と示した曲線は、実測値を右方向(内周方向)にトラックピッチの2倍だけシフトさせたものである。この2本の曲線はそれぞれ、従来の技術の項で図7と図8(a)を用いて説明したAバースト43-1のA振幅とBバースト43-2のB振幅に相当する。なお、ISG部40の振幅が一定になるようにAGCを制御しているため、A振幅とB振幅はISG振幅で規格化されている。図18(b)に実測曲線と示した曲線は、このA振幅からB振幅を差し引いた値であり、図8(b)のN位置信号に相当する。発明が解決しようとする課題の項で述べたように、この実測したN位置信号曲線は直線とならないことが多い。

【0056】従来の磁気ディスク装置では図18(b)の縦軸に示した値を真の位置と比例関係にあることを仮定して制御を行うため、ヘッドの半径位置に誤差を生じることになる。この誤差は、特に再生素子と記録素子とのオフセット量を補正するマイクロジョグと呼ばれる操作において問題となる。再生素子と記録素子とのオフセット量は、スライダのヨー角に応じて変化するため、N

位置信号は任意のヘッド半径位置において図中に示した理想直線と一致することが要求される。また、ヘッドの半径位置に対する位置信号の変化量がNとQ位置信号を接続する付近で低下するため、図中で±0。6 μmに近くにつれてサーボのループゲインが低下し、位置決め精度が劣化する問題もある。これらの誤差は位置信号の非直線性の誤差と呼ばれる。

【0057】図18(c)は、図18(b)の理想直線を実測直線で割った値であり、これが位置信号の感度補正係数となる。この係数をサーボ復調回路が検出した位置信号に乗じることにより、上記の位置信号の非直線性の誤差を飛躍的に低減することができる。ここで求めた位置信号の感度補正係数は、ヘッドごとに、パッケージボード17のメモリもしくはディスク12の一部の管理領域に記録しておく。

【0058】なお、サーボ領域31のバースト部43は、一般にトラック幅方向に複数書き繋いで形成されるため、通常のデータトラックの幅とは異なることが多い。このため、ヘッドの位置信号の感度補正係数を求めるには、フルトラックの再生形状を検出するためのパターンの幅をバースト部43のトラック幅と合わせる必要がある。また、マイクロトラック再生形状と矩形関数を畳み込み積分してヘッドの位置信号の感度補正係数を求める際には、実際のバースト部43のトラック幅と矩形関数の幅を合わせる必要がある。より正確に位置信号の感度補正係数を求めるために、フルトラックの再生形状を検出するためのパターンをヘッドの異なる半径位置に複数準備し、それぞれの半径位置で位置信号の感度補正係数を算出することもできる。

【0059】本実施例によれば、装置に搭載する全てのヘッドごとに異なる補正テーブルを作成することにより、ヘッドの位置決め精度を高めて、磁気ディスク装置のトラック密度を向上することができる。補正テーブルの作成作業は、磁気ディスク装置単体で自動的に行うことができ、生産工程に容易に導入することができる。また、個々の装置自身のサーボ復調回路を用いて補正テーブルを作成するため、サーボ復調回路の特性ばらつきも同時に補正することができる。

【0060】まず、フルトラック再生形状検出用パターンを用いて、ヘッド位置信号の変動を検出する方法を図19を用いて説明する。

【0061】図19(a)に示したstep1からstep3では、ヘッドをトラック幅測定用ゾーンへシークさせてトラックフォロイングを行い、フルトラック再生形状検出用パターンからフルトラック再生形状を検出する。ここまででの工程は、実施例1の項で説明をおこなった工程と同等である。step4では、検出したフルトラック再生形状とリファレンス再生形状との両者の差の2乗和(RMS値)の算出を行う。このリファレンス再生形状は、あらかじめヘッドごとに測定した値を、パッ

ケージボード17のメモリもしくはディスク12の一部の管理領域に記録しておいたものである。step5では、RMS値と上限値との比較を行い、RMS値が上限値以下ならば正常状態と判定して、終了する。

【0062】ここで、正常時に測定したフルトラック再生形状とリファレンス形状を、図19(b)に示す。20回測定したところ、RMS値の平均値は8087であり、最大値と最小値はそれぞれ9610と5954であった。次に、ヘッド位置信号が変動した際に測定したフルトラック再生形状とリファレンス形状を、図19(c)に示す。20回測定したところ、RMS値の平均値は20020であり、最大値と最小値はそれぞれ24155と16912であった。RMS値の上限値を12000程度に設定すれば、ヘッド位置信号の変動を確実に検出できることになる。なお、ここで示したRMS値は計算機内部の単位であり、数値の絶対値は意味を持たない。

【0063】さらに、RMS値が上限値を超えて、再生素子の磁化状態が乱れて位置信号の出力が変動したと判定された際の処理について説明を行う。step6でリトライ回数が規定値を超えている場合には、ヘッドの位置信号が十分に安定したと判断し、step7で位置信号の補正テーブルを再生成するルーチンを呼び出す。位置信号の補正テーブルを作成する工程は、実施例3の項で説明した工程と同等である。

【0064】step6でリトライ回数が規定値以内であればリトライ処理に移行する。リトライ処理としては、ヘッドをユーザーデータの存在しないゾーンへシークさせ、記録動作(ダミーライト)を行い再生素子に故意に外部磁界を加える方法を用いる。ダミーライトの後に、step2から同じ工程を繰り返す。一度のダミーライトで正常状態に復帰しない際には、再生素子に流すセンス電流(I<sub>s</sub>)を増減することによりダミーライトの効果を高めている。なお、ここでは再生素子を正常状態に復帰させる工程としてダミーライトを用いたが、リトライ時の効果を高めるために、さらに複雑な工程を導入することもできる。

【0065】次に、マイクロトラック再生形状検出用パターンを用いて、ヘッドの再生素子の特性変動を検出する方法を図20を用いて説明する。

【0066】図20(a)に示したstep1からstep3では、ヘッドをトラック幅測定用ゾーンへシークさせてトラックフォロイングを行い、マイクロトラック再生形状検出用パターンからマイクロトラック再生形状を検出する。ここまでのが工程は、実施例2の項で説明をおこなった工程と同等である。step4では、検出したマイクロトラック再生形状とリファレンス再生形状とのRMS値の算出を行う。このリファレンス再生形状は、あらかじめヘッドごとに測定した値を、パッケージボード17のメモリもしくはディスク12の一部の管理

領域に記録しておいたものである。step5では、RMS値と上限値との比較を行い、RMS値が上限値以下ならば正常状態と判定して、終了する。

【0067】ここで、正常時に測定したマイクロトラック再生形状とリファレンス形状を、図20(b)に示す。20回測定したところ、RMS値の平均値は1435であり、最大値と最小値はそれぞれ1857と1040であった。次に、再生素子の特性変動が発生した際に測定したマイクロトラック再生形状とリファレンス形状を、図20(c)に示す。20回測定したところ、RMS値の平均値は2821であり、最大値と最小値はそれぞれ3598と2124であった。RMS値の上限値を2000程度に設定すれば、再生素子の特性変動を確実に検出できることになる。なお、ここで示したRMS値は計算機内部の単位であり、数値の絶対値は意味を持たない。

【0068】さらに、RMS値が上限値を超えて、再生素子の磁化状態が乱れて特性変動が発生したと判定された際の処理について説明を行う。step6でリトライ回数が規定値を超えている場合には、再生素子のヘッドの位置信号が十分に安定した可能性があると判断し、step7で信号処理の各種パラメータの初期値を再学習するルーチンを呼び出す。

【0069】step6でリトライ回数が規定値以内であればリトライ処理に移行する。リトライ処理としては、ヘッドをユーザーデータの存在しないゾーンへシークさせ、記録動作(ダミーライト)を行い再生素子に故意に外部磁界を加える方法を用いる。ダミーライトの後に、step2から同じ工程を繰り返す。一度のダミーライトで正常状態に復帰しない際には、再生素子に流すセンス電流(I<sub>s</sub>)を増減することによりダミーライトの効果を高めている。なお、ここでは再生素子を正常状態に復帰させる工程としてダミーライトを用いたが、リトライ時の効果を高めるために、さらに複雑な工程を導入することもできる。

【0070】以上から、本実施例によると、再生素子の磁化状態が乱れて位置信号の出力が変動した現象を検出することができるため、目的のデータトラックからオフセットして記録動作を行い隣接するデータトラックを上書きする致命的なエラーを未然に防止することができ、磁気ディスク装置の信頼性を飛躍的に高めることができた。さらに、位置信号の出力が変動した際にも、位置信号補正テーブルを再生成することにより、変動前と同等のヘッド位置決め精度を維持することができ、磁気ディスク装置のトラック密度を向上することができた。さらに、検出用のパターンを再生するだけで再生素子の特性変動を検出することができるため、ダミーライト動作などの回復処理時間を短縮することができ、磁気ディスク装置のアクセス性能を高めることができた。

【0071】そして、ヘッドの再生素子の端部の感度低

下や磁化方向の乱れに起因するヘッド位置信号の非直線を補正して誤差を低減することができるため、ヘッド位置決め精度を高めることができる。またヘッド位置信号の変動に関与する再生素子の特性変動を確実に検出しつつ変動量を補正することができるため、ヘッド位置決めの信頼性を飛躍的に高めることができる。

#### 【0072】

【発明の効果】本発明によると、データトラックの半径方向の密度を高めて記憶容量を向上した、信頼性に優れる磁気ディスク装置を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のフルトラック再生形状を検出するパターンの第1の例を示す図。

【図2】本発明のフルトラック再生形状を検出するパターンの第2の例を示す図。

#### 【図3】磁気ディスクの構造を示す上面図。

#### 【図4】磁気ディスクの構造を示す断面図。

#### 【図5】磁気ディスクの一部分を底面から見た図。

【図6】磁気ディスク装置のセクタの構造を示す模式図。

【図7】磁気ディスク装置のサーボ領域の構造を示す模式図。

【図8】サーボ再生波形から位置信号を算出する過程を説明する図。

【図9】本発明のフルトラック再生形状を検出するパターンを作成する工程を説明する図。

【図10】本発明のパターンを検出する回路のブロック図。

【図11】本発明のパターンから検出したフルトラック再生形状の1例。

#### 【図12】本発明のフルトラック再生形状を検出するパ

ターンの第3の例を示す図。

【図13】本発明のフルトラック再生形状を検出するパターンの第4の例を示す図。

【図14】本発明のマイクロトラック再生形状を検出するパターンの第1の例を示す図。

【図15】本発明のマイクロトラック再生形状を検出するパターンの第2の例を示す図。

【図16】本発明のパターンから検出したマイクロトラック再生形状の1例。

【図17】ヘッドの実効再生幅と実効記録幅を計算する方法を説明する図。

【図18】ヘッドの位置信号を補正する方法の1例。

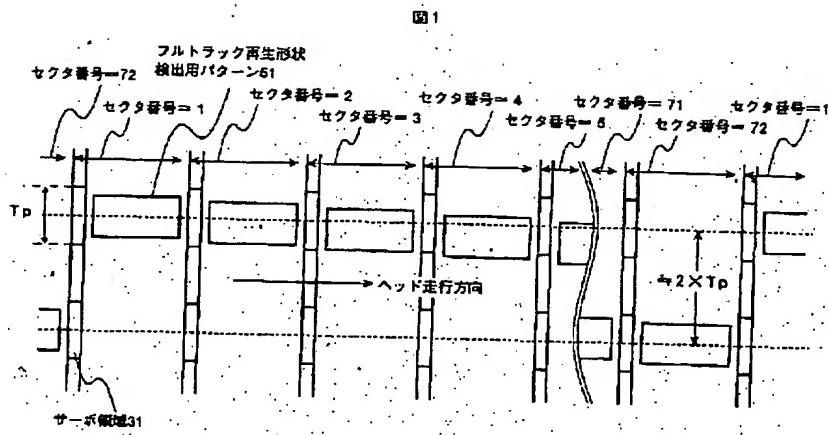
【図19】フルトラック再生形状からヘッド位置信号の変動を検出し補正する方法の1例。

【図20】マイクロトラック再生形状から再生素子の特性変動を検出し補正する方法の1例。

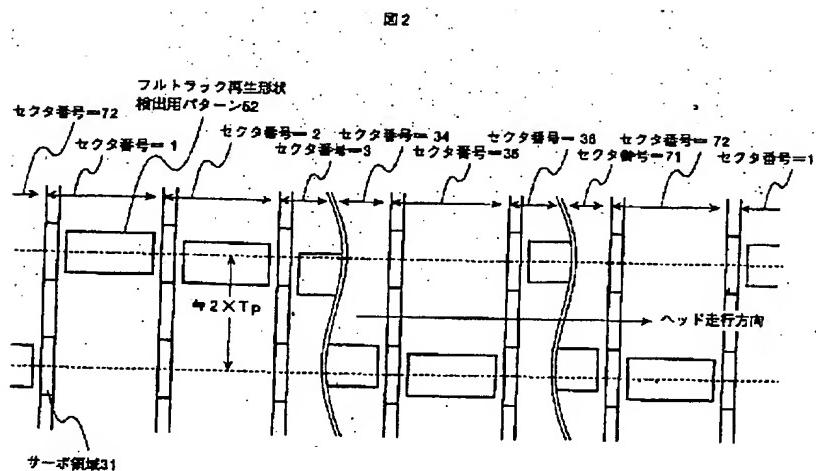
#### 【符号の説明】

ヘッド・・・11、ディスク・・・12、ロータリ型アクチュエータ・・・13、ボイスコイルモータ・・・14、ヘッドアンプ・・・15、トラック・・・16、パッケージボード・・・17、サーボ領域・・・31、ギヤップ部・・・32、データ領域・・・33、ISG部・・・40、AM部・・・41、グレイコード部・・・42、バースト部・・・43、パッド部・・・44、フルトラック再生形状検出用パターン・・・51、フルトラック再生形状検出用パターン・・・52、フルトラック再生形状検出用パターン・・・53、フルトラック再生形状検出用パターン・・・54、マイクロサーボ領域・・・55、マイクロトラック再生形状検出用パターン・・・56、マイクロトラック再生形状検出用パターン・・・57。

【図1】

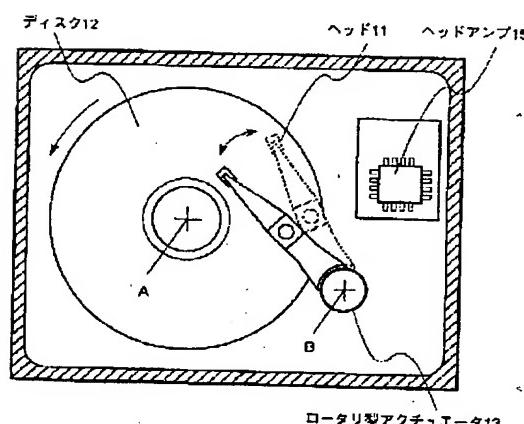


【図2】

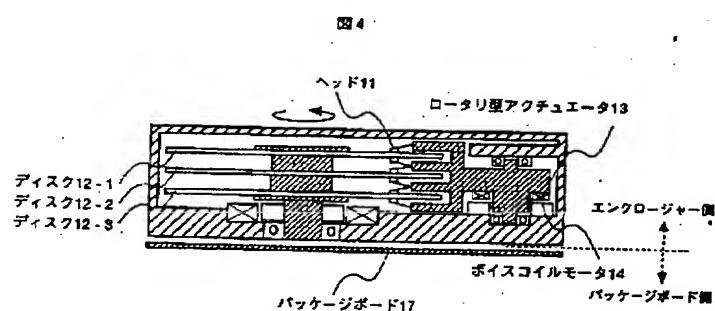


【図3】

図3

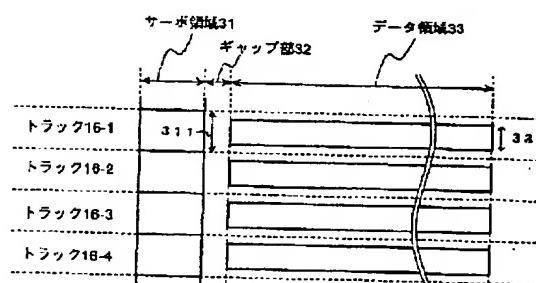
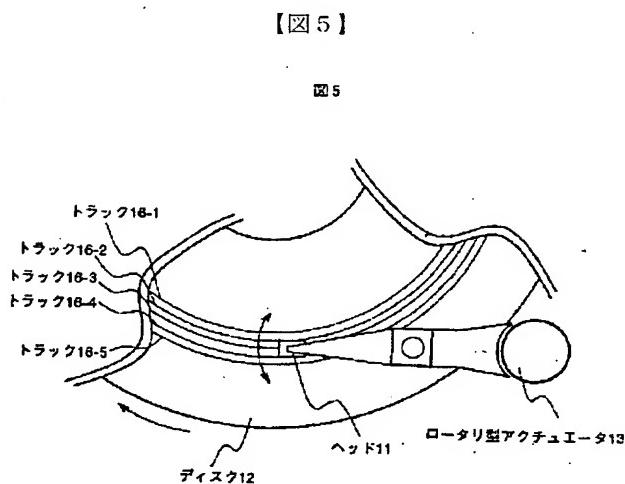


【図4】

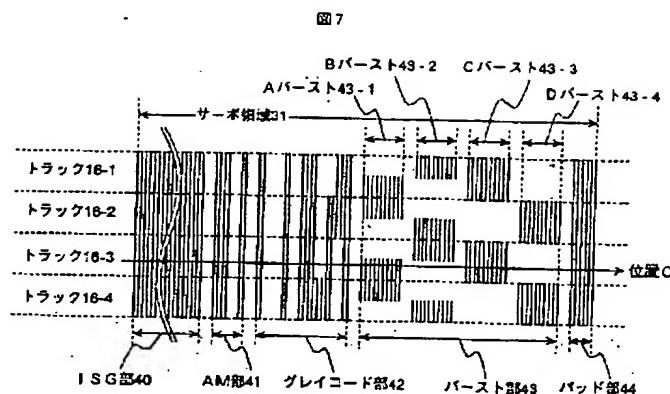


【図6】

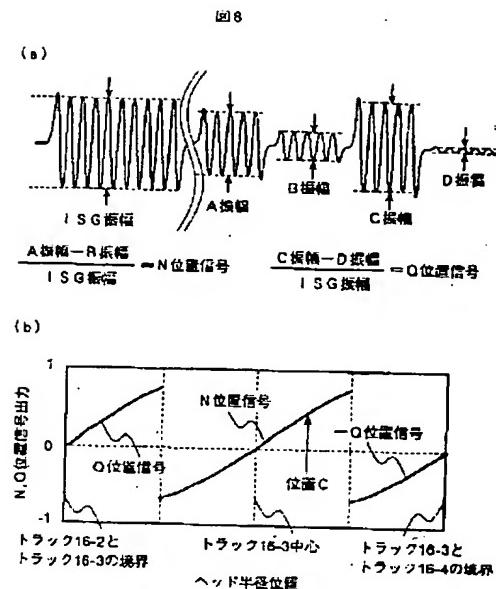
図6



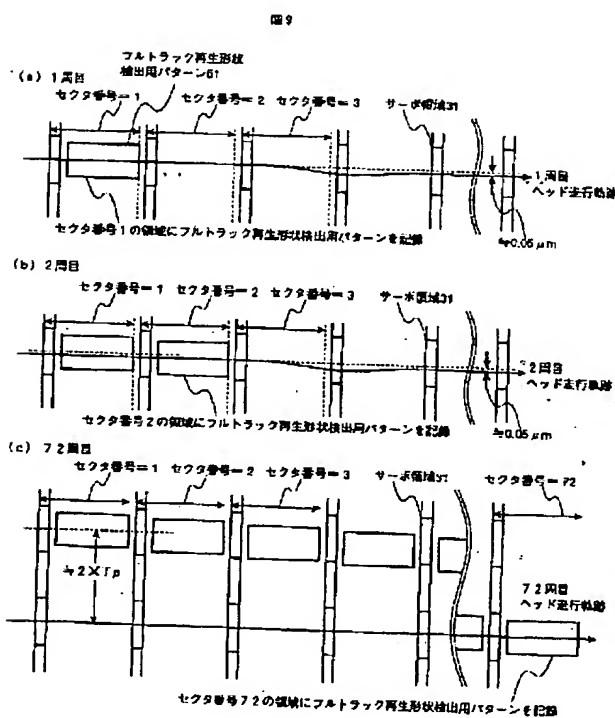
【図7】



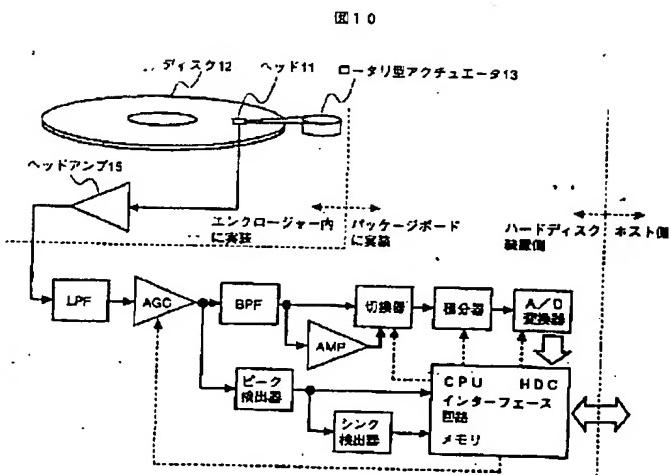
【図8】



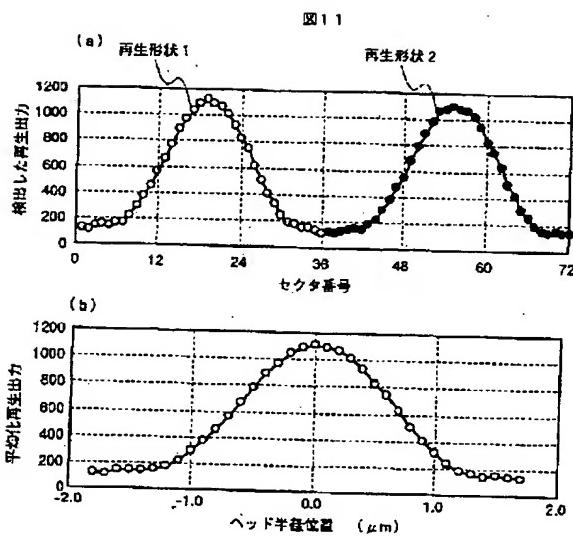
【図9】



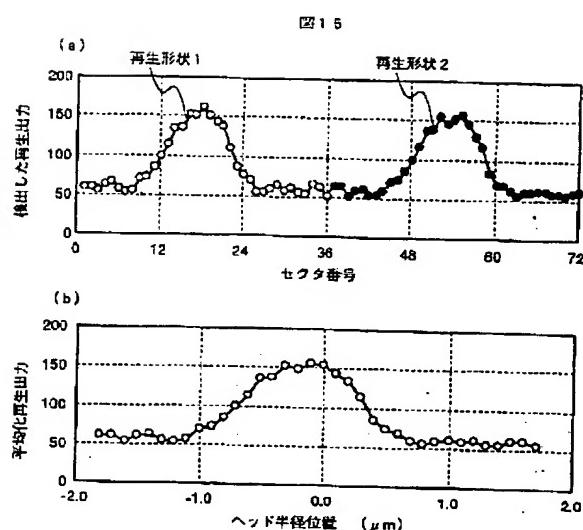
【図10】



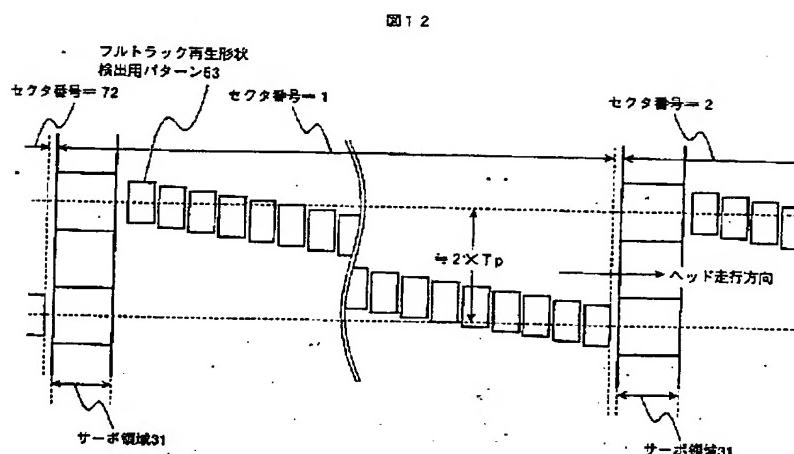
【図11】



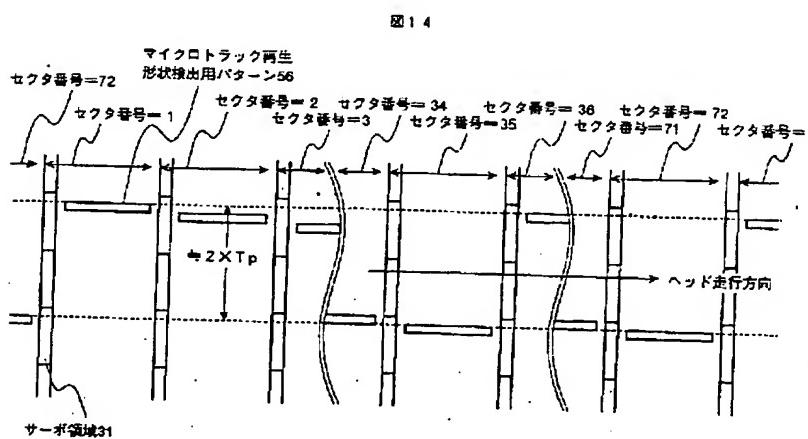
【図16】



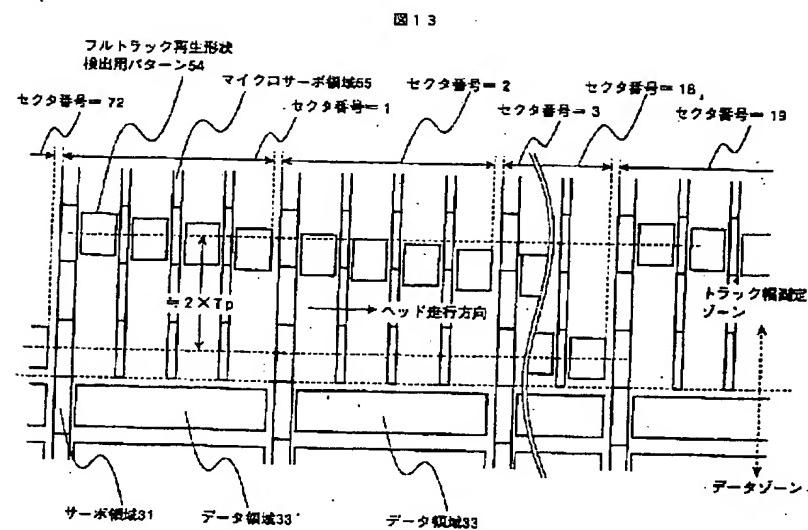
【図12】



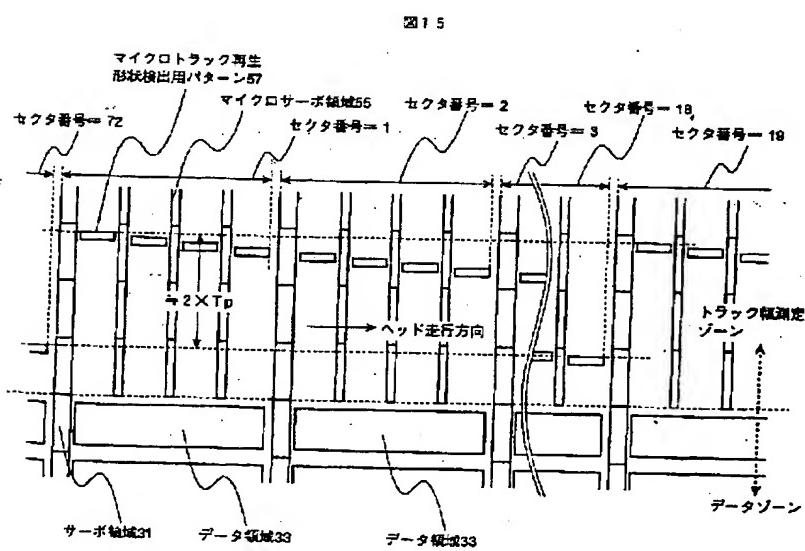
【図14】



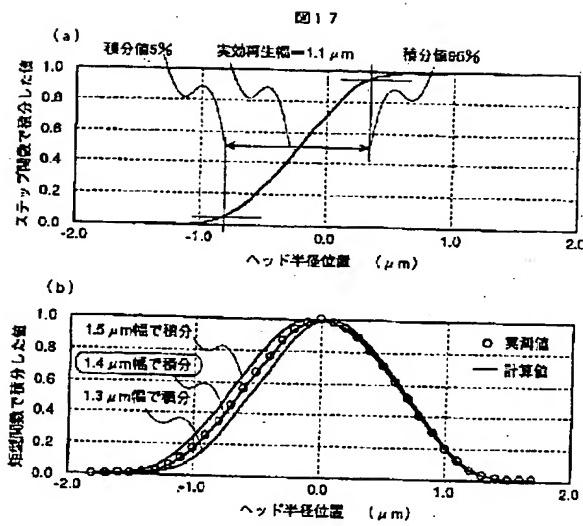
【図13】



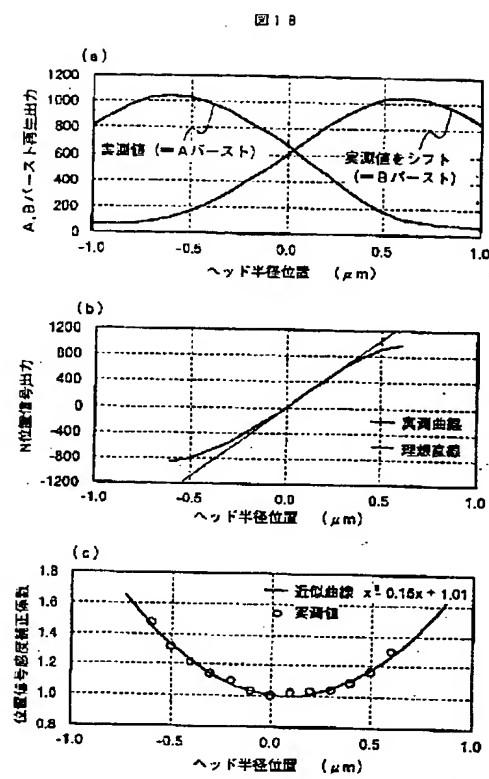
【図15】



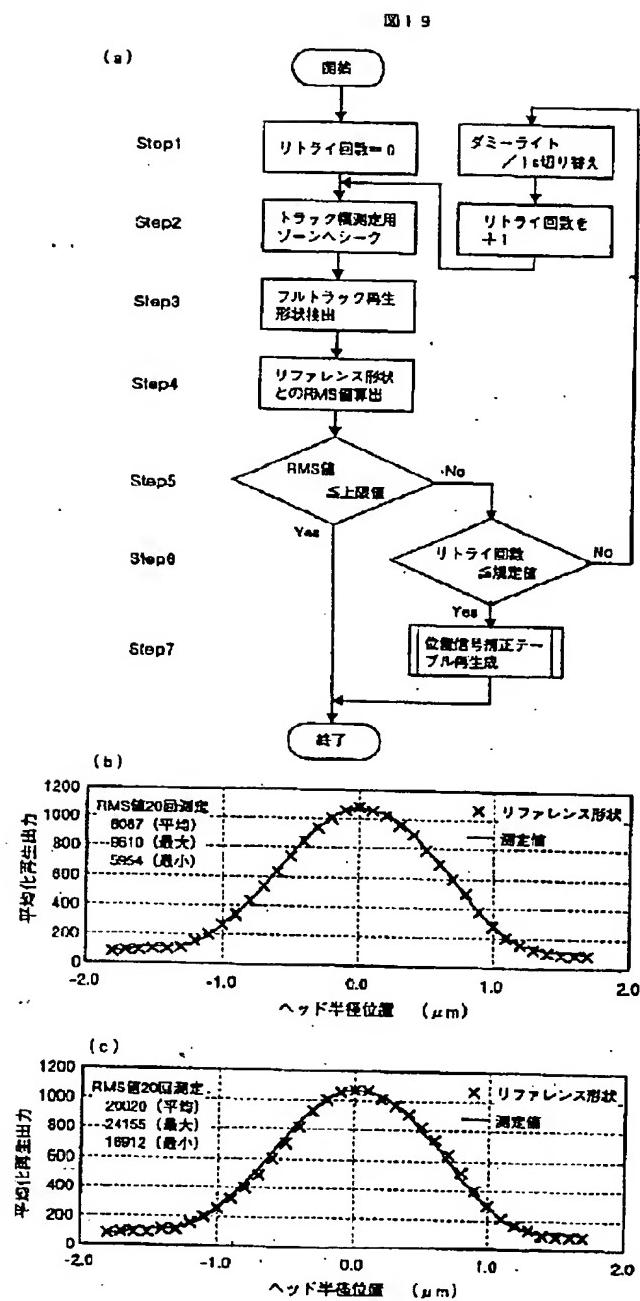
【図17】



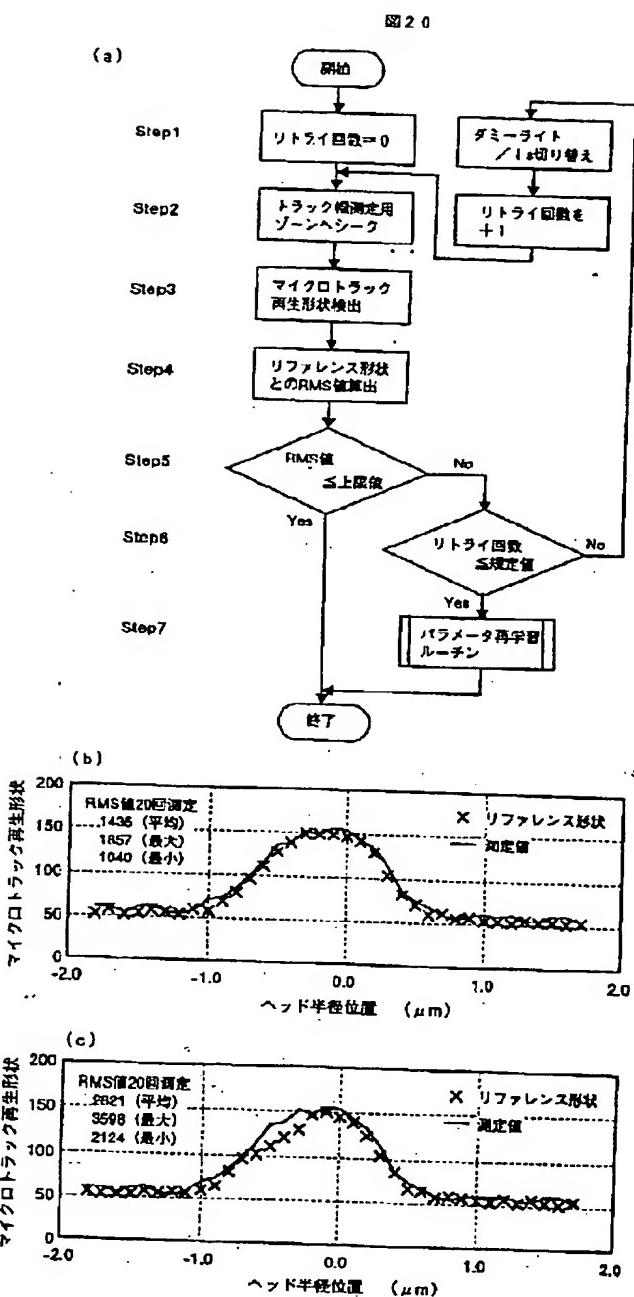
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 財津 英樹

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 高野 公史

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 5D042 LA01 MA05 MA12  
5D096 AA02 BB01 BB06 CC01 DD07  
DD08 EE03 EE08 EE18 GG01  
KK14

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第6部門第4区分  
 【発行日】平成15年6月13日(2003.6.13)

【公開番号】特開2000-215627(P2000-215627A)

【公開日】平成12年8月4日(2000.8.4)

【年通号数】公開特許公報12-2157

【出願番号】特願平11-12731

【国際特許分類第7版】

G11B 21/10

// G11B 5/596

【F1】

G11B 21/10 L

5/596

### 【手続補正書】

【提出日】平成15年3月3日(2003.3.3)

#### 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】同心円状に形成された複数のトラックを有し、該トラックの一部領域にサーボパターンを記録させたサーボ領域を有する磁気ディスク媒体と、再生素子と記録素子を有する磁気ヘッドと、前記磁気ディスク媒体上のサーボパターンからヘッド位置信号を発生するためのサーボ復調回路とを備え、

前記磁気ディスク媒体上の前記サーボ領域とは異なる領域に、少なくとも前記磁気ヘッドの再生素子の幅よりも小さな幅ずつ半径方向にずらした複数のパターンが配置され、

前記磁気ディスク媒体はデータパターンを書き込むデータ領域を有し、前記複数のパターンは前記データパターンのトラック幅より小さい幅を有することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】前記磁気ディスク媒体はデータパターンを書き込むデータ領域を有し、前記複数のパターンは前記データパターンのトラック幅と等しい幅を有することを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク装置。

【請求項3】前記複数のパターンは、2以上のトラックにわたり配置されることを特徴とする請求項1乃至2記載の磁気ディスク装置。

【請求項4】前記サーボ復調回路は、前記サーボパターンを用いてトラックフォロイングを行いながら前記複数のパターンの再生波形振幅を検出し、前記再生波形振幅から前記パターンの再生形状を測定し、ヘッドの再生特性の変動を検出する機能を備えたことを特徴とする請求

項1記載の磁気ディスク装置。

【請求項5】前記ヘッドの再生特性の変動を検出し、前記変動の値があらかじめ設定した範囲から逸脱したことを検出した際には変動を補正する機能を備えたことを特徴とする請求項4記載の磁気ディスク装置。

【請求項6】同心円状に形成された複数のトラックを有し、該トラックの一部領域にサーボパターンを記録させたサーボ領域を有する磁気ディスク媒体と、再生素子と記録素子を有する磁気ヘッドと、前記磁気ディスク媒体上の前記サーボ領域とは異なる領域に、少なくとも前記磁気ヘッドの再生素子の幅よりも小さな幅ずつ半径方向にずらした複数のパターンと、前記磁気ディスク媒体上のサーボパターンからヘッド位置信号を発生するためのサーボ復調回路と、マイクロトラック再生形状とステップ関数との畳み込み積分を計算する手段とを備え

前記マイクロトラック再生形状は、前記複数のパターンから信号を組み合わせて計算され、

前記複数のパターンのトラック幅方向の長さは、前記再生素子のトラック幅方向の長さよりも狭く、前記複数のパターンのトラック方向の長さは同じであることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項7】前記パターンの再生形状から、ヘッドの実効記録幅もしくはヘッドの実効再生幅を算出する機能を備えたことを特徴とする請求項6記載の磁気ディスク装置。

【請求項8】前記パターンの再生形状から、ヘッド位置信号の非直線性を補正する機能を備えたことを特徴とする請求項6記載の磁気ディスク装置。

【請求項9】前記パターンの再生形状から、ヘッド位置信号の変動を検出する機能を備えたことを特徴とする請求項6記載の磁気ディスク装置。